

Method of monitoring fuel metering system of internal combustion (IC) engine

Patent number: DE19626690
Publication date: 1998-01-08
Inventor: BERGER JOACHIM (DE); SCHENK RENE (DE)
Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)
Classification:
- international: F02B77/08; F02M63/06
- european: F02B77/08; F02D41/12B; F02D41/22B; F02M63/02C
Application number: DE19961026690 19960703
Priority number(s): DE19961026690 19960703

Report a data error here

Abstract of **DE19626690**

The method involves evaluating a signal indicating uniform combustion in the cylinders to determine faults in the area of fuel injection, whereby a fault is detected if the signal deviates from an anticipated value. An impermissibly long injection and/or an impermissibly large injection quantity can be detected. A fault is detected, for example, when at least one cylinder delivers too much power.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 26 690 A 1**

⑤① Int. Cl.⁸:
F 02 B 77/08
F 02 M 63/06

②① Aktenzeichen: 196 26 690.4
②② Anmeldetag: 3. 7. 96
④③ Offenlegungstag: 8. 1. 98

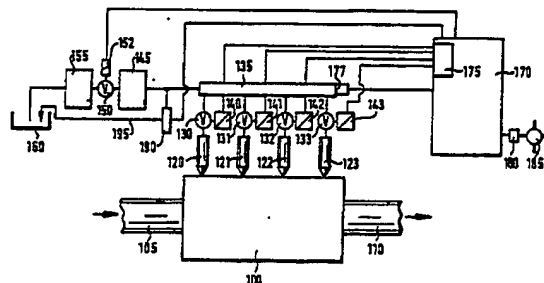
DE 196 26 690 A 1

⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Berger, Joachim, 73650 Winterbach, DE; Schenk,
Rene, 71732 Tamm, DE

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung eines Kraftstoffzumeßsystems einer Brennkraftmaschine

⑤⑦ Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung eines Kraftstoffzumeßsystems einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Common-Rail-Systems beschrieben. Zur Erkennung von Fehlern im Bereich der Kraftstoffeinspritzung wird ein Signal ausgewertet, daß eine gleichförmige Verbrennung in allen Zylindern der Brennkraftmaschine anzeigt. Ein Fehler im Bereich der Kraftstoffeinspritzung wird erkannt, wenn das Signal von einem erwarteten Wert abweicht.



DE 196 26 690 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung eines Kraftstoffzumeßsystems gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

Ein solches Verfahren und eine solche Vorrichtung zur Überwachung eines Kraftstoffzumeßsystems sind aus der US-A 52 41 933 bekannt. Dort werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung eines Hochdruckkreises bei einem Common-Rail-System beschrieben. Bei der dort beschriebenen Vorrichtung wird der Druck im Rail geregelt. Liegt die Stellgröße des Druckregelkreises außerhalb eines vorgebbaren Bereichs, erkennt die Vorrichtung auf Fehler.

Des weiteren sind Vorrichtungen bekannt, bei denen ausgehend vom Druck im Rail auf das Vorliegen eines Fehlers geschlossen wird. Dabei wird der Druck mit unteren und oberen Grenzwerten verglichen, und auf Fehler erkannt, wenn der Druck außerhalb des vorgegebenen Wertebereichs liegt. Nachteilig bei diesen Anordnungen ist, daß ein Fehler erst bei einem starken Druckabfall erkannt wird.

Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Vorrichtung und einem Verfahren zur Überwachung eines Kraftstoffzumeßsystems der eingangs genannten Art möglichst einfach und sicher Fehler zu erkennen. Diese Aufgabe wird durch die in unabhängigen Ansprüchen gekennzeichneten Merkmale gelöst.

Aus der DE-OS 42 43 178 (US-A 5 404 750) sind ebenfalls ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung eines Kraftstoffzumeßsystems einer Brennkraftmaschine bekannt. Mit dem dort beschriebenen Verfahren werden undichte Einspritzventile erkannt, durch die ständig Kraftstoff in die Brennräume gelangt. Um solche undichte Einspritzventile zu erkennen, erfolgt nach dem Start der Brennkraftmaschine eine Zündung in allen Zylindern, ohne daß ein Ansteuersignal zur Einspritzung vorgegeben wird. Erfolgt ein Drehzahlanstieg, der eine Verbrennung anzeigt, so beruht dies auf einem undichten Einspritzventil.

Nachteilig bei dieser Vorgehensweise ist es, daß Fehler im laufenden Betrieb der Brennkraftmaschine nicht erkannt werden können. Tritt während des Betriebs der Brennkraftmaschine ein Fehler auf, so kann dieser nicht erkannt werden. Dies kann zu einer Beschädigung bzw. einer Zerstörung der Brennkraftmaschine führen.

Aus der DE-OS 40 35 958 ist eine Vorrichtung zur Erkennung von Aussetzern bekannt. Hierbei wird überwacht, ob nach einer Einspritzung bzw. einer Zündung ein Drehzahlanstieg erfolgt. Erfolgt dieser nicht so wird ein Aussetzer als eine ausbleibende Zündung oder eine unzureichende Verbrennung erkannt.

Vorteile der Erfindung

Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung können Fehler im Zumeßsystem insbesondere Fehler die zu einer ständigen Kraftstoffeinspritzung in einzelne Brennräume führen, sicher und einfach erkannt werden. Insbesondere können defekte Injektoren bei Common-Rail-Systemen sicher nachgewiesen werden.

Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Blockdiagramm der erfindungsgemäßen Vorrichtung, Fig. 2 den Verlauf des Drehzahlsignals über der Zeit t aufgetragen und Fig. 3 ein Flußdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Im folgenden wird die erfindungsgemäße Vorrichtung am Beispiel einer selbstzündenden Brennkraftmaschine dargestellt, bei der die Kraftstoffzumessung mittels Magnetventilen gesteuert wird. Die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform betrifft ein sogenanntes Common-Rail-System. Die erfindungsgemäße Vorgehensweise ist aber nicht auf diese Systeme beschränkt. Sie kann bei allen Systemen eingesetzt werden, bei denen eine entsprechende Kraftstoffzumessung erfolgt.

Mit 100 ist eine Brennkraftmaschine bezeichnet, die über einen Ansaugleitung 105 Frischluft zugeführt bekommt und über eine Abgasleitung 110 Abgase abgibt.

Bei der dargestellten Brennkraftmaschine handelt es sich um eine Vierzylinderbrennkraftmaschine. Jedem Zylinder der Brennkraftmaschine ist ein Injektor 120, 121, 122 und 123 zugeordnet. Den Injektoren wird über Magnetventile 130, 131, 132 und 133 Kraftstoff zugemessen. Der Kraftstoff gelangt von einem sogenannten Rail 135 über die Injektoren 120, 121, 122 und 123 in die Zylinder der Brennkraftmaschine 100.

Der Kraftstoff in dem Rail 135 wird von einer Hochdruckpumpe 145 auf einen einstellbaren Druck gebracht. Die Hochdruckpumpe 145 ist über ein Magnetventil 150 mit einer Kraftstoffförderpumpe 155 verbunden. Die Kraftstoffförderpumpe steht mit einem Kraftstoffvorratsbehälter 160 in Verbindung.

Das Ventil 150 umfaßt eine Spule 152. Die Magnetventile 130, 131, 132 und 133 enthalten Spulen 140, 141, 142

und 143, die jeweils mittels einer Endstufe 175 mit Strom beaufschlagt werden können. Die Endstufe 175 ist vorzugsweise in einem Steuergerät 170 angeordnet, das auch die Spule 152 ansteuert.

Desweiteren ist ein Sensor 177 vorgesehen, der den Druck im Rail 135 erfaßt und ein entsprechendes Signal an das Steuergerät 170 leitet.

Zwischen der Hochdruckpumpe 145 und dem Rail 135 ist ein Druckregelventil bzw. ein Druckbegrenzungsventil 190 angeordnet. Das Druckbegrenzungsventil 190 ist zwischen der Verbindungsleitung zwischen der Hochdruckpumpe 145 und dem Rail 135 und einer Rücklaufleitung 195 angeordnet. Über die Rücklaufleitung 195 gelangt Kraftstoff zurück in den Vorratsbehälter 160. Das Druckregelventil kann von der Steuerung 170 angesteuert werden und gibt bei Vorliegen eines entsprechenden Ansteuersignals die Verbindung zwischen dem Rail 135 und der Rücklaufleitung 195 und damit dem Vorratsbehälter 160 frei.

Mit 180 ist ein Sensor bezeichnet, der die Markierungen auf einer rotierenden Welle 185 abtastet. Bei der rotierenden Welle handelt es sich vorzugsweise um die Kurbelwelle oder eine anderen mit der Kurbelwelle gekoppelten drehenden Welle, wie beispielsweise der Nockenwelle oder dem Anlasserzahnkranz. Die Anzahl der Markierungen entspricht dabei der Anzahl der Zylinder. Die Markierungen auf der rotierenden Welle 185 werden von dem Geber 180 abgetastet.

Dies Einrichtung arbeitet nun wie folgt. Die Kraftstoffförderpumpe 155 fördert den Kraftstoff aus dem Vorratsbehälter über das Ventil 150 zur Hochdruckpumpe 145. Die Hochdruckpumpe 145 baut in dem Rail 135 einen vorgebbaren Druck auf. Üblicherweise werden bei Systemen für fremdgezündete Brennkraftmaschinen Druckwerte von etwa 30 bis 100 bar und bei selbstzündenden Brennkraftmaschinen Druckwerte von etwa 1000 bis 2000 bar erzielt.

Durch Bestromen der Spulen 140 bis 143 werden die entsprechenden Magnetventile 130 bis 133 angesteuert. Die Ansteuersignale für die Spulen legen dabei den Einspritzbeginn und das Einspritzende des Kraftstoffs durch die Injektoren 120 bis 123 fest. Die Ansteuersignale werden von dem Steuergerät abhängig von verschiedenen Betriebsbedingungen, wie beispielsweise dem Fahrerwunsch, der Drehzahl und weiteren Größen festgelegt.

Bei einem Common-Rail-System kann eine Dauereinspritzung eines Injektors bei ausgeglichener Massenbilanz im Rail nicht ohne weiteres sicher erkannt werden. Diese kann zum Beispiel auftreten, wenn das Magnetventil dauerhaft bestromt wird oder der Injektor klemmt bzw. eine Undichtigkeit aufweist. Dies kann zu einer ungewollten Druckerhöhung in einem Zylinder führen und bis zur Motorzerstörung reichen, wenn die Zylinder-spitzendrücke bzw. die zulässigen Temperaturen überschritten werden.

Die Markierungen auf der rotierenden Welle 185 werden von dem Geber 180 abgetastet. Die Drehzahlfassung erfolgt durch eine Zeitmessung zwischen den Markierungen. Pro Verbrennung werden zwei Drehzahlwerte ermittelt.

In Fig. 2 sind Momentandrehzahlwerte $N(i)$ sowie die tatsächliche Drehzahl N über der Zeit t aufgetragen. Bei einem Verbrennungszyklus steigt die Drehzahl von einem minimalen Wert auf einen maximalen Wert an und fällt dann wieder auf den minimalen Wert ab. Bei jedem Verbrennungsvorgang wiederholt sich dieser Vorgang. Werden die Markierungen geeignet angeordnet, so liegt ein Meßintervall vor der Verbrennung und ein Meßintervall nach der Verbrennung. Die Lage der Markierungen ist mittels eines Punktes in Fig. 2 dargestellt.

Ausgehend von dem Abstand der jeweils zurückliegenden zwei Impulse, die von den Markierungen ausgelöst werden, ergibt sich ein Drehzahlwert. Die im Steuergerät 170 vorliegende Drehzahl nimmt jeweils vor der Verbrennung in einen Zylinder einen niederen und nach der Verbrennung einen hohen Wert an. Der hohe Wert beruht auf einer erfolgten Verbrennung. Die tatsächliche Drehzahl steigt bei einer Verbrennung in einem Zylinder an. Anschließend erfolgt ein Drehzahlabfall während der Verdichtung.

Durch die gewählte Anordnung des Drehzahlgebers 180, 185 treten diese Drehzahlschwankung auch in dem vom Steuergerät verwendeten Signal $N(i)$ auf. Wird einem Zylinder mehr Kraftstoff zugemessen als den übrigen Zylinder, so hat dies zur Folge, daß der Drehzahlanstieg bei diesem Zylinder wesentlich höher ist als bei den übrigen Zylindern.

Erfindungsgemäß erfolgt die Leckageerkennung bei Common-Rail-Systemen mittels einer Aussetzererkennung. Bei einer Aussetzererkennung wird anhand verschiedener Signale überwacht, ob in allen Zylindern eine gleichförmige Verbrennung erfolgt. Hierzu wird ein Signal ausgewertet, das eine gleichförmige Verbrennung in allen Zylindern der Brennkraftmaschine anzeigt. Weicht dieses Signal von seinem erwarteten Wert ab, so wird auf Leckage erkannt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn erst dann auf Fehler erkannt wird, wenn das Signal mehrmals von seinem erwarteten Wert abweicht.

Zur Aussetzererkennung wird üblicherweise überwacht, ob ein Zylinder einen kleineren Beitrag zur Arbeitsleistung der Brennkraftmaschine beiträgt. Erfindungsgemäß wird eine Leckage erkannt, wenn ein Zylinder einen zu großen Beitrag zur Leistung liefert. Die Verfahren zur Auswertung bei einer Aussetzererkennung und der Leckageerkennung entsprechen sich. Sie unterscheiden sich im wesentlichen nur darin daß zur Leckageerkennung eine erhöhte Einspritzmenge und bei der Aussetzererkennung eine zu kleine Menge detektiert werden.

Bei einer mögliche Ausführungsform zur Leckageerkennung wird der Drehzahlanstieg bei der Verbrennung überwacht. Alternativ oder ergänzend zum Drehzahlanstieg können auch andere Signale verwendet werden. Üblicherweise wird zur Aussetzererkennung dieser Drehzahlanstieg dahingehend überwacht, ob er einen bestimmten Schwellwert überschreitet. Ist dies nicht der Fall, das heißt der Drehzahlanstieg ist zu gering, so wird ein Aussetzer, dies bedeutet eine unzureichende Verbrennung oder eine ausgebliebene Zündung, erkannt. Insbesondere bei kleinen Lasten oder im Schubetrieb wird die normale Aussetzererkennung abgeschaltet, da alle Zylinder nur einen sehr kleinen oder gar keinen Beitrag zum Drehmoment leisten. Diesen Betriebsbedingungen liegt kein oder nur ein sehr geringer Drehzahlanstieg vor.

In diesem Betriebsbereich kann aber überwacht werden, ob der Arbeitsbeitrag eines Zylinders größer als ein maximal zulässiger Wert ist. Wird ein solcher unzulässig hoher Anstieg der Drehzahl erkannt, so ist von einem undichten Injektor auszugehen, da üblicherweise im Schub keine Einspritzung und damit keine Verbrennung

erfolgt.

Da Kraftstoff bei einer inneren Leckage, beispielsweise bei einem undichten Injektor, ständig in den Zylinder gelangt, kann die Zündung auch bereits vor dem oberen Totpunkt erfolgen. In diesem Fall trägt die Verbrennung nicht zum Drehzahlanstieg bei. Durch den zusätzlichen Kraftstoff folgt eine verzögerte Verbrennung, die dem üblichen Aussetzer entspricht. Erfindungsgemäß wird daher in allen Betriebszuständen überwacht, ob die Drehzahl unzulässig hoch ansteigt bzw. ob der Drehzahlanstieg kleiner als ein Schwellwert ist. Sobald der Drehzahlanstieg außerhalb eines vorgebbaren Fensters liegt, wird auf Aussetzer oder Fehler erkannt. Die Schwellwerte, die das Fenster definieren, innerhalb dem ein Aussetzer erkannt wird, sind vorzugsweise in einem Kennfeld abhängig von der Drehzahl N und der Kühlwassertemperatur TW abgespeichert.

In Fig. 3 ist anhand eines Flußdiagramms ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. In Schritt 300 wird der Drehzahlwert $N(2 \cdot Z)$ vor der aktuellen Verbrennung, d. h. bei der Verdichtung erfaßt. Anschließend in Schritt 310 wird der Drehzahlwert $N(2 \cdot Z + 1)$ nach der aktuellen Verbrennung erfaßt.

In Schritt 320 wird der Mittelwert NAM der Drehzahlanstiege berechnet. Diese Berechnung erfolgt vorzugsweise gemäß der nachfolgenden Formel.

$$NAM = \frac{\sum_{k=0}^{Z-1} N(2 \cdot k) - \sum_{k=0}^{Z-1} N(2 \cdot k + 1)}{Z} \cdot K$$

Hierbei entspricht Z der Anzahl der Zylinder der Brennkraftmaschine bei der Größe k handelt es sich um eine Variable. Bei den Werten $N(k)$ handelt es sich jeweils um die Momentandrehzahlwerte. Der Wert NAM entspricht dem über zwei Motorzyklen, das heißt über $2 \cdot Z$ -Verbrennungen, gemittelten Drehzahlanstiege.

Im nächsten Schritt 330 wird der Schwellwert SW als Funktion F von der Drehzahl N und der Kühlwassertemperatur TW vorgegeben. Dieser Schwellwert SW gibt an um welchen Wert der aktuelle Drehzahlanstieg NAA von dem mittleren Drehzahlanstieg NAM abweichen kann bevor ein Fehler erkannt wird.

Im nächst folgenden Schritt 340 wird der aktuelle Wert NAA für den Drehzahlanstieg der aktuellen Verbrennung bestimmt. Dies erfolgt gemäß der folgenden Formel:

$$NAA = N(2 \cdot z + 1) - N(2 \cdot z).$$

Die anschließende Abfrage 350 überprüft, ob die Differenz zwischen dem aktuellen Drehzahlanstieg NAA und dem mittleren Drehzahlanstieg NAM größer als der Schwellwert SW ist. Ist dies der Fall, die Drehzahl steigt nach der Verbrennung auf einen unzulässig hohen Wert an, so wird in Schritt 360 ein Fehlerzähler FZ um 1 erhöht. Ein Fehler wird erkannt, wenn ein momentaner Drehzahlwert unzulässig ansteigt. Insbesondere wird ein unzulässiger Anstieg des momentanen Drehzahlwerts erkannt, wenn der momentane Drehzahlwert um mehr als ein Schwellwert von einem mittleren Drehzahlwert abweicht.

Die sich anschließende Abfrage 365 überprüft, ob der Fehlerzähler FZ größer als ein Schwellwert ZS ist. Ist dies der Fall, wird in Schritt 370 auf einen fehlerhaften Injektor erkannt. Durch die Schritte 360 und 365 wird erreicht, daß nicht jeder unzulässige Anstieg der Drehzahl zu einer Fehlererkennung und damit zu einer Notabschaltung der Brennkraftmaschine führt. Bei einer vereinfachten Ausführungsform können diese Schritte auch weggelassen werden.

Erkennt die Abfrage 350, daß die Differenz NAA-NAM nicht größer ist als der Schwellwert SW, so folgt die Abfrage 380 diese überprüft, ob der Leerlaufzustand LL vorliegt. Ist dies nicht der Fall, so folgt unmittelbar Schritt 390. Ist dies der Fall, so wird in Schritt 385 überprüft, ob die Differenz NAA-NAM kleiner als der Schwellwert SW ist. Ist dies der Fall, so wird ebenfalls in Schritt 360 der Zähler FZ erhöht. Ist dies nicht der Fall, so folgt ebenfalls Schritt 390. In Schritt 390 werden die Werte für die Drehzahlen der vorhergehenden Zumesung mit den Werten der aktuellen Zumesung überschrieben.

Bei dieser Ausführungsform wird überprüft, ob die Drehzahl nach der Verbrennung unzulässig stark ansteigt. Ist dies der Fall, so wird auf Fehler erkannt. Bei einer bevorzugten Ausgestaltung wird erst dann auf Fehler erkannt und entsprechende Maßnahmen eingeleitet, wenn mehrmals ein Fehler aufgetreten ist.

Bei einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, daß überprüft wird, ob jeweils beim gleichen Zylinder ein Fehler aufgetreten ist. In diesem Fall kann der defekte Injektor erkannt werden.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, daß im Schubetrieb verschärfte Grenzwerte verwendet werden. Dies bedeutet, daß der Schwellwert SW in Schritt 330 abhängig davon, ob der Schubetrieb vorliegt oder nicht unterschiedliche Grenzwerte gewählt werden. Im Schubetrieb werden kleinere Werte für den Schwellwert SW vorgegeben. Dies bedeutet im Schubetrieb hat schon ein geringerer Anstieg der Drehzahl eine Fehlererkennung zur Folge.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines Kraftstoffzumeßsystems einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Common-Rail-Systems, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erkennung von Fehlern im Bereich der Kraftstoffeinspritzung ein Signal ausgewertet wird, daß eine gleichförmige Verbrennung in den Zylindern der Brennkraftmaschine anzeigt, wobei ein Fehler im Bereich der Kraftstoffeinspritzung erkannt wird, wenn das Signal von einem erwarteten Wert abweicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine unzulässig lange Einspritzung und/oder

eine unzulässig große eingespritzte Kraftstoffmenge erkannt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Fehler erkannt wird, wenn wenigstens ein Zylinder der Brennkraftmaschine eine zu hohe Arbeitsleistung bereitstellt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Fehler erkannt wird, wenn ein momentaner Drehzahlwert unzulässig ansteigt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend von wenigstens zwei Drehzahlwerten eine Drehzahländerung ermittelt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein unzulässiger Anstieg des momentanen Drehzahlwerts erkannt wird, wenn die Drehzahländerung um mehr als ein Schwellwert von einer mittleren Drehzahländerung abweicht.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Fehler erst dann erkannt wird, wenn das Signal mehrmals von dem erwarteten Wert abweicht.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein defekter Injektor erkannt wird.

9. Vorrichtung zur Überwachung eines Kraftstoffzumeßsystems einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Common-Rail-Systems, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die zur Erkennung von Fehlern im Bereich der Kraftstoffeinspritzung ein Signal auswerten, daß eine gleichförmige Verbrennung in den Zylindern der Brennkraftmaschine anzeigt, wobei die Mittel ein Fehler im Bereich der Kraftstoffeinspritzung erkennen, wenn das Signal von einem erwarteten Wert abweicht.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

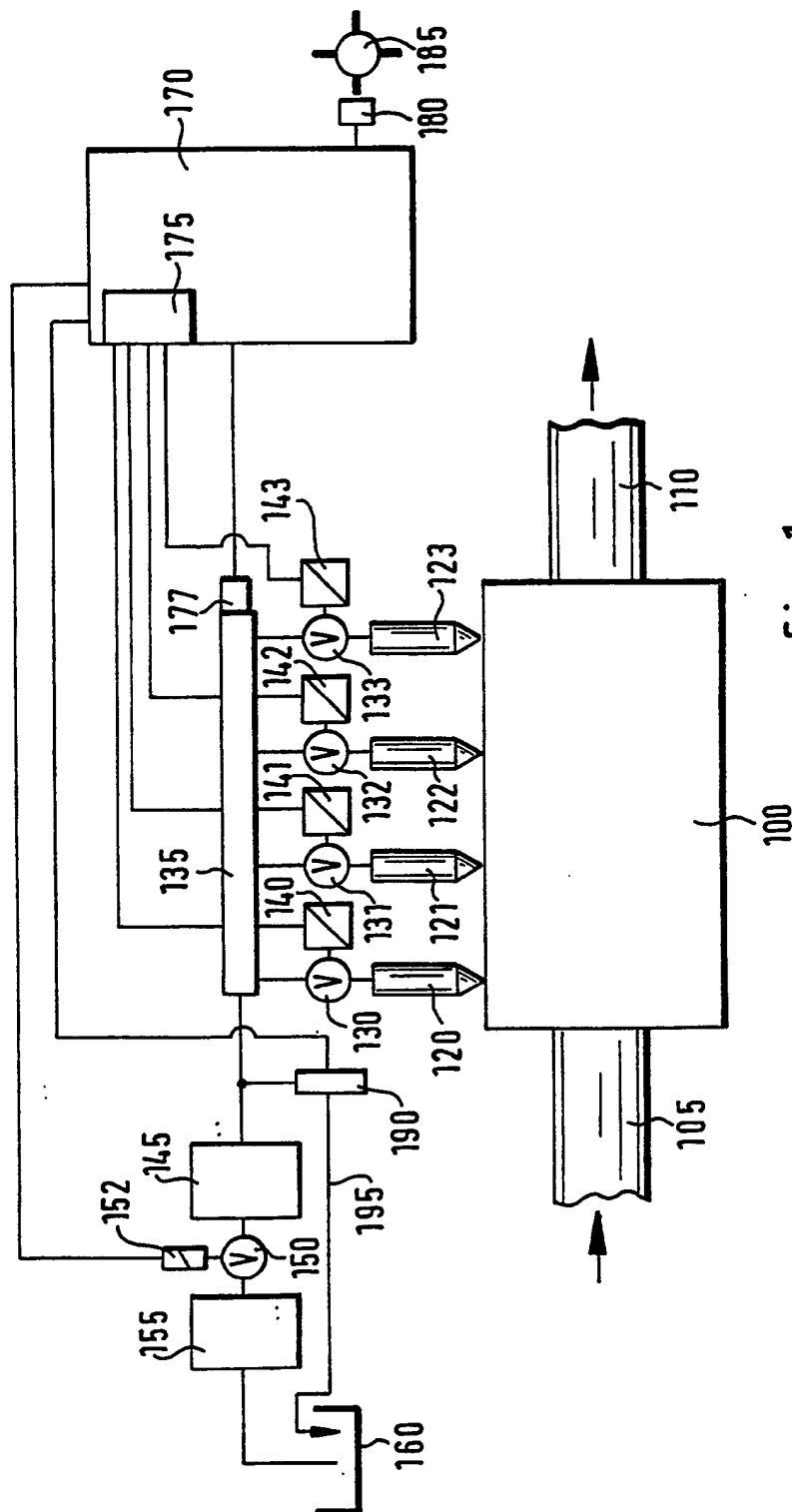


Fig. 1

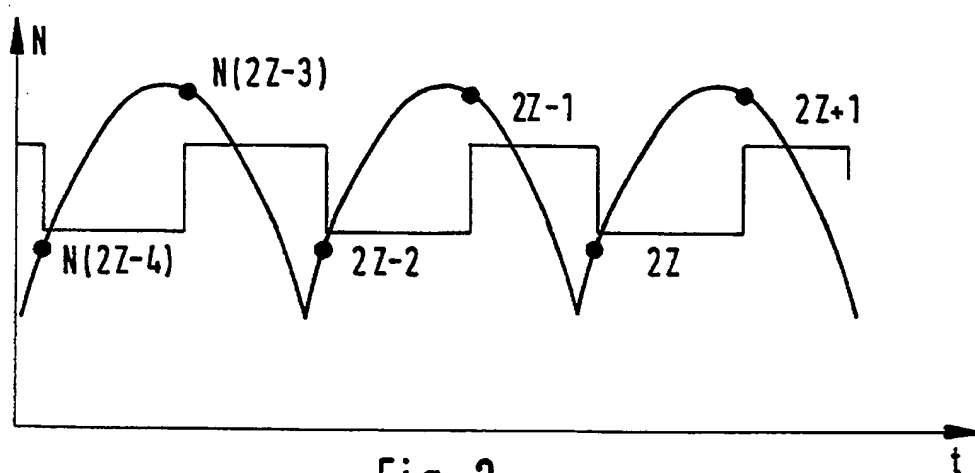


Fig. 2

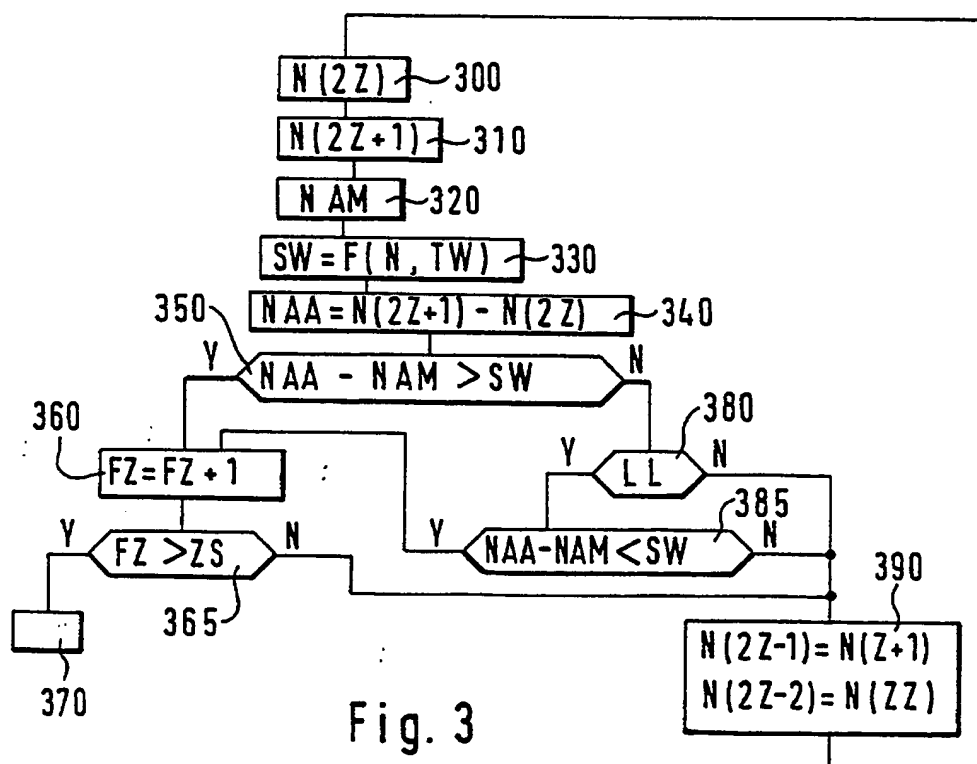


Fig. 3